



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 101 21 665.3

**Anmeldetag:** 04. Mai 2001

**Anmelder/Inhaber:** Bayerische Motoren Werke Aktiengesellschaft,  
München/DE

**Bezeichnung:** Fahrzeug mit Verbrennungsmotor, Brennstoffzelle  
und Katalysator

**IPC:** B 60 L 1/00

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 9. Juli 2003  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
Der Präsident  
Im Auftrag

5

10

## **Fahrzeug mit Verbrennungsmotor, Brennstoffzelle und Katalysator**

Die Erfindung betrifft ein Fahrzeug mit einem Verbrennungsmotor, einer Brennstoffzelle und einem Katalysator gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Bei Fahrzeugen mit einem Verbrennungsmotor, die zur Abgasnachbehandlung einen Katalysator besitzen, ist es bekannt, dass gerade die Kaltstartphase problematisch ist. In diesem Betriebszustand befindet sich der Katalysator noch nicht auf seiner Betriebstemperatur, so dass er noch nicht im erforderlichen Umfang wirksam ist. Aus diesem Grunde sind eine Reihe von Maßnahmen bekannt, den Katalysator bei Kaltstartbedingungen möglichst schnell auf seine Betriebstemperatur zu bringen. Als eine Maßnahme ist es bekannt, den Katalysator elektrisch aufzuheizen. Ferner ist auch eine Heizung mittels Verbrennen eines Brennstoffes bekannt, bei der das normalerweise für den Verbrennungsmotor vorgesehene Brennstoffmittel in einem speziellen Brenner für den Katalysator verwendet wird. Überdies ist es bekannt, den Verbrennungsmotor beim Kaltstart in einer besonderen Betriebsbedingung zu betreiben, so dass beispielsweise besonders hohe Abgastemperaturen oder wenige Schadstoffemissionen anfallen.

30

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine weitere Maßnahme zur schnellen Aufheizung des Katalysators, insbesondere im Kaltstartbereich, anzugeben.

Diese Aufgabe wird durch die im Anspruch 1 genannten Merkmale gelöst.

Demgemäss besteht ein wesentlicher Gedanke der vorliegenden Erfindung darin, bei einem Fahrzeug mit einem Verbrennungsmotor, einem Katalysator und einer Brennstoffzelle zumindest einen Teil der in der Brennstoffzelle entstehende Abwärme mittels einer Wärmekopplung zwischen Brennstoffzelle und Katalysator dem Katalysator zuzuführen. Insbesondere werden dabei die in den Abgasen enthaltenen Wärmemengen dem Katalysator zur Verfügung gestellt.

10 Dies kann gemäß einer Ausführungsform dadurch geschehen, dass die heißen Abgase der Brennstoffzelle zumindest bei Bedarf durch den Katalysator geleitet werden und diesen erhitzen. Sollte diese Maßnahme nur dann durchgeführt werden, wenn sich der Katalysator nicht auf seiner Betriebstemperatur befindet oder wenn die Brennstoffzelle überhaupt Abgase mit einem entsprechenden Wärmeinhalt generiert, so sollte eine Umschalteneinrichtung vorgesehen werden, mit der eine Um-

15 schaltung in der Weise erfolgen kann, dass die Abgase wahlweise durch den Katalysator oder im anderen Fall beispielsweise an die Umgebung geleitet werden. Bei einer besonderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist dazu eine Steuervorrichtung vorgesehen, die die Umschalteneinrichtung entsprechend steuert.

20 Ein anderer Ansatz, die in den Abgasen der Brennstoffzelle gespeicherte Wärme zu nutzen besteht darin, einen Wärmetauscher vorzusehen, an den die Abgase der Brennstoffzelle einen Teil ihrer Wärme abgeben, die dann wiederum dem Katalysator zur Verfügung gestellt wird. Eine einfache Form eines solchen Wärmetauschers kann in Form einer Rohrwendel vorgesehen sein, die spiralförmig um den Katalysator angeordnet ist. Werden die Abgase durch die Rohrwendel hindurchgeleitet, so

25 erwärmen sie den Katalysator ebenfalls.

Wie auch bei der ersten Alternative kann die Durchleitung des Wärmetauschers mit Abgasen wahlweise, beispielsweise in der Kaltstartphase erfolgen. Ist eine Durchleitung nicht vorgesehen, so werden die Abgase - wie oben bereits erwähnt - direkt an die Umluft abgegeben.

30

Eine besonders bevorzugte Ausführungsform ist dadurch gegeben, wenn nach der Brennstoffzelle noch ein Nachbrenner nachgeschaltet ist, in dem ein noch reaktions-

fähiges Verbrennungsgas, welches in der Brennstoffzelle nicht umgesetzt wurde, enthalten ist. Im Nachbrenner werden diese Gase dann unter entsprechender Wärmeabgabe verbrannt und können dann in gleicher Weise wie oben dargestellt dem Katalysator direkt oder über einen Wärmetauscher zur Verfügung gestellt werden.

5 Mittels des Nachbrenners erreicht man dabei Temperaturen von bis zu 1.100°. Der Nachbrenner kann sowohl an den Kühlwasserkreislauf des Verbrennungsmotors angeschlossen werden und diesen ebenfalls auf Temperatur bringen, wie auch die Wärme für den Katalysator generieren.

10 Von besonderem Vorteil ist das vorgestellte System, wenn die Brennstoffzelle bereits vor dem Start des Verbrennungsmotors betrieben wird, in diesem Fall kann der Katalysator relativ kurzfristig zumindest in die Nähe der Betriebstemperatur gebracht werden, so dass die Nachteile eines normalen Kaltstarts vermieden werden können.

15 Insgesamt können mit der vorliegenden Erfindung die Katalysatoren im Abgassystem eines Verbrennungsmotors durch Einkoppeln der verbleibenden Abgaswärme einer Brennstoffzelle oder eines nachgeschalteten Nachbrenners entweder mittels direkter Durchströmung oder via Wärmetauscher thermisch auf ihre Arbeitstemperatur gebracht werden. Eine elektrische Katalysatorheizung kann damit entfallen.

20

Nachfolgend wird die vorliegende Erfindung mit Bezug auf die beiliegenden Zeichnungen näher erläutert. Die Zeichnungen zeigen in

Fig. 1 eine schematische Konstruktionsanordnung einer ersten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Anordnung und

25

Fig. 2 eine schematische Konstruktionsdarstellung wie Fig. 1, jedoch gemäß einer zweiten Ausführungsform.

30 Bei der vorliegenden Ausführungsform der Erfindung ist in den Fig. 1 und 2 schematisch ein System mit einem Verbrennungsmotor 10, einer Brennstoffzelle 12 und einem Katalysator 16 dargestellt. Der Verbrennungsmotor 10 ist über eine Abgasleitung 18 mit dem Katalysator 16 verbunden, der wiederum über eine Abgasleitung die abgasnachbehandelten Emissionen an die Umgebung abführt.

Mit dem Verbrennungsmotor 10 ist eine Brennstoffzelle 12 wärmetechnisch gekoppelt und konstruktiv am Motorblock befestigt. Die Brennstoffzelle erhält über eine Zuführung 20 (nur schematisch dargestellt) die für die elektrochemische Reaktion notwendigen Reaktanden, die je nach Energieanforderung in der Brennstoffzelle 12 umgesetzt werden. Über eine Abgasleitung 22 werden die Abgase der Brennstoffzelle einem Nachbrenner 14 zugeführt. Die Abgase der Brennstoffzelle enthalten zum einen verbrauchte Reaktanden, zum anderen aber noch nicht miteinander reagierte Reaktanden, die einer vorliegenden Leistungsanforderung an die Brennstoffzelle nicht in elektrische Energie umgesetzt wurden. Diese noch reaktionsfähigen Reaktanden werden im Nachbrenner 14 verbrannt, wodurch eine Wärmeentwicklung im Bereich bis zu 1.100°C erzeugt werden kann. Der Nachbrenner ist konstruktiv mit dem Kühlwasserkreislauf des Verbrennungsmotors gekoppelt, was in Fig. 1 durch die Pfeile 28 und 30 dargestellt worden ist, welche einen Kühlwassereintritt 30 und einen Kühlwasseraustritt 28 aus dem Nachbrenner symbolisieren soll.

Überdies werden aus dem Nachbrenner 14 die dort entstandenen Abgase abgeführt. An einer mit der Bezugsziffer 26 bezeichneten Verzweigung, die mit einem vorliegend nicht näher dargestellten Umschaltventil versehen ist, können die heißen Abgase des Nachbrenners 14 in zwei verschiedene Rohrleitungen geschaltet werden. Zum einen können die Abgase in eine Rohrleitung 24 eingeleitet werden, die die Abgase an die Umgebung leitet. Überdies können die Abgase aber auch in die Rohrleitung 18 eingeführt werden und zwar stromaufwärts des Katalysators 16, so dass sie diesem durchströmen und dabei erhitzen.

Bei der alternativen Ausführungsform gemäß Fig. 2 bezeichnen gleiche Bezugsziffern gleiche Teile der Erfindung. Die alternative Ausführungsform in Fig. 2 unterscheidet sich von derjenigen in Fig. 1 lediglich dadurch, dass die heißen Abgase aus dem Nachbrenner 14 nicht direkt durch den Katalysator 16 eingeleitet werden. Vielmehr ist eine Spiralwendel 40 um den Katalysator gelegt, durch welche die Abgase über ein Umschaltventil 26' (wiederum nicht genauer dargestellt) alternativ hindurchgeleitet werden können. Am Ende der Abgasspirale 40 werden die Abgase aus dem Nachbrenner 14 dann wieder an die Umgebung abgegeben.

Natürlich können heiße Abgase aus der Brennstoffzelle 12 auch unmittelbar in den in den Fig. 1 und 2 dargestellten Weisen durch den Katalysator geführt oder außen am Katalysator entlanggeführt werden. Allerdings reduzieren sich dann die Abgas-temperaturen von etwa 1.100 °C auf unter 800 °C.

5

Die vorliegende Erfindung stellt auf einfache und konstruktiv günstige Weise sicher, dass bei einem aus Verbrennungsmotor, Abgaskatalysator und Brennstoffzelle – eventuell mit Nachbrenner – bestehenden System eine Wärmekopplung zwischen Brennstoffzelle/Nachbrenner und Katalysator hergestellt ist, so dass die in dem System aus Brennstoffzelle/Nachbrenner entstehende Wärme zur Aufheizung des Katalysators dienen kann.

10

# Fahrzeug mit Verbrennungsmotor, Brennstoffzelle und Katalysator

5

10

## Patentansprüche:

- 15 1. Fahrzeug umfassend einen Verbrennungsmotor (10), dessen Abgase an einen Katalysator (16) abgegeben werden, und eine Brennstoffzelle (12), die zur Stromerzeugung vorgesehen ist und die heiße Abgase emittiert, dadurch gekennzeichnet,
- 20 dass eine Wärmekopplung zwischen Brennstoffzelle (12) und Katalysator (16) derart vorgesehen ist, dass die von der Brennstoffzelle (12) über deren Abgase abgeführte Wärme zumindest zum Teil an den Katalysator (16) leitbar ist.
- 25 2. Fahrzeug nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Abgasleitung (32) der Brennstoffzelle (12) derart ausgebildet und mit dem Katalysator (16) verbunden ist, dass das heiße Abgas aus der Brennstoffzelle (12) durch den Katalysator (16) leitbar ist.
- 30 3. Fahrzeug nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass eine Umschalteneinrichtung (26) in der Abgasleitung (24, 32) der Brennstoffzelle (12) vorgesehen ist, mit der die Abgase wahlweise durch den Katalysator (16) leitbar sind.

4. Fahrzeug nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass ein Wärmetauscher (40) vorgesehen ist, an den die Abgase der Brennstoffzelle (12) einen Teil ihrer Wärme abgeben, die dann dem Katalysator (16) zur Verfügung gestellt ist.
5. Fahrzeug nach Anspruch 4,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der Wärmetauscher eine Rohrwendel (40) aufweist, die spiralförmig um den Katalysator (16) angeordnet ist.
6. Fahrzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass ein Nachbrenner (14) vorgesehen ist, in dem die nicht reagierten Reaktanden aus der Brennstoffzelle (12) verbrannt werden und der zwischen Brennstoffzelle (12) einerseits und Katalysator (16) oder Wärmetauscher (40) andererseits zwischengeschaltet ist.



## Fahrzeug mit Verbrennungsmotor, Brennstoffzelle und Katalysator

5

10

### **Zusammenfassung:**

- 15 Die Erfindung betrifft ein Fahrzeug umfassend einen Verbrennungsmotor, dessen Abgase an einen Katalysator abgegeben werden, und eine Brennstoffzelle, die zur Stromerzeugung vorgesehen ist und die ebenfalls heiße Abgase emittiert.

- 20 Zur Vorheizung des Katalysators wird vorgeschlagen, dass eine Wärmekopplung zwischen Brennstoffzelle und Katalysator derart vorgesehen ist, dass die von der Brennstoffzelle über deren Abgase abgeführte Wärme zumindest zum Teil an den Katalysator leitbar ist.

